

ДВУХИНДЕКСНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ С УЧЕТОМ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ УДАЛЕННОСТИ СТАНЦИЙ В МНОГОКАНАЛЬНЫХ MESH-СЕТЯХ СТАНДАРТА IEEE 802.11

В.В. Поповский, С.В. Гаркуша, Ахмед Х. Абед

В работе основное внимание уделено математической модели распределения каналов в многоканальных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11, с помощью которой осуществляется балансировка количества mesh-станций по доменам коллизий с учетом их территориальной удаленности и активности, что позволяет повысить производительность многоканальной mesh-сети в целом.

Введение

На данном этапе развития телекоммуникационных систем беспроводные сети находят свое все более широкое использование. Однако основным сдерживающим фактором в их развитии является невысокая производительность [1]. В результате анализа существующих способов повышения производительности беспроводных сетей установлено, что наиболее перспективным способом является использование многоканальных mesh-сетей стандарта IEEE 802.11, которое на фоне других способов (расширение спектра сигнала, объединение каналов, использование ММО-систем и т.п.) имеет существенные преимущества. Установлено, что эффективность многоканальных mesh-сетей во многом определяется качеством использованных моделей и методов распределения частотных каналов между радиоинтерфейсами mesh-станций [2].

Модель распределения частотных каналов

Предложена математическая модель распределения частотных каналов в многоканальных mesh-сетях, которую отражают такие условия-ограничения:

- условие включения mesh-станции в сеть;
- условие выделения каждой станции количества каналов, не превышающего количество ее радиоинтерфейсов;
- условие работы двух mesh-станций друг с другом не более чем на одном канале;
- условие того, что произвольная mesh-станция на включенном на ней радиоинтерфейсе и закрепленном за ним каналом работает хотя бы с одной станцией своей зоны устойчивого приема;
- условие отсутствия эффекта «скрытой станции»;
- условие связности многоканальной mesh-сети (связности создаваемых доменов коллизий mesh-станций);
- условие балансировки числа mesh-станций по доменам коллизий в зависимости от активности и территориальной удаленности mesh-станций.

Решение задачи распределения частотных каналов в соответствии с условиями-ограничениями, целесообразно осуществить в ходе решения оптимизационной задачи, обеспечивая минимум или максимум предварительно выбранного критерия качества решения задачи распределения каналов в многоканальной mesh-сети. В качестве такого критерия используется определение минимума количества mesh-станций работающих на одном канале в рамках зоны устойчивого приема, взвешенного по их активности и территориальной удаленности. К основным требованиям к критерию оптимальности следует отнести, с одной стороны, соответствие физике решаемой задачи, т.е. задачи распределения каналов в mesh-сети, а с другой, возможности получения на его основе практически реализуемых решений (результатов) [3].

Задача балансировки числа mesh-станций по доменам коллизий была сформулировано как оптимизационная задача смешанного целочисленного нелинейного программирования (MINLP). Количественный расчет данной модели был произведен с использованием системы MatLab, в рамках которой был задействован программный пакет Optimization Toolbox (программа fminconset).

Результаты работы модели распределения частотных каналов

Для случая территориальной удаленности mesh-станций, постановка и решение задачи распределения каналов в многоканальной mesh-сети несколько усложнилась, через обретение станций в нескольких зонах устойчивого приема. Пример сети с тремя зонами устойчивого приема ($Z = 3$) приведен на рис. 1.

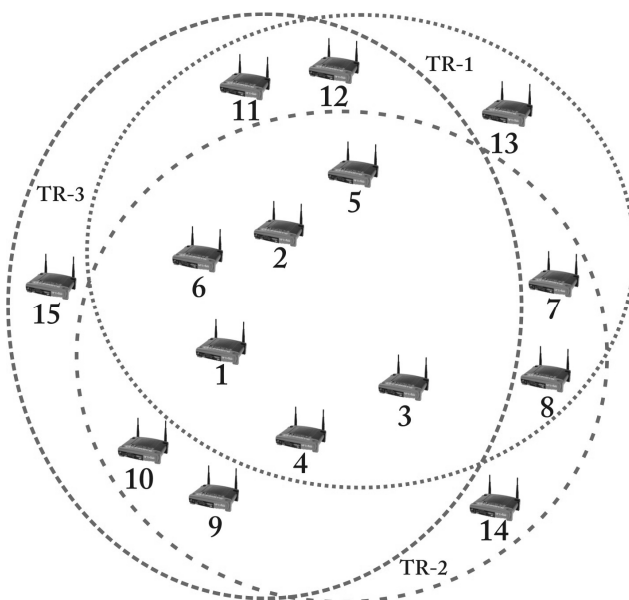


Рис.1. Пример mesh-сети с количеством зон устойчивого приема $Z = 3$

Результаты решения задачи распределения частотных каналов (K) в mesh-сети для исходной матрицы приведены на рис. 2 (при $K = 3$), на рис. 3 (при $K = 4$) и на рис. 4 (при $K = 5$).

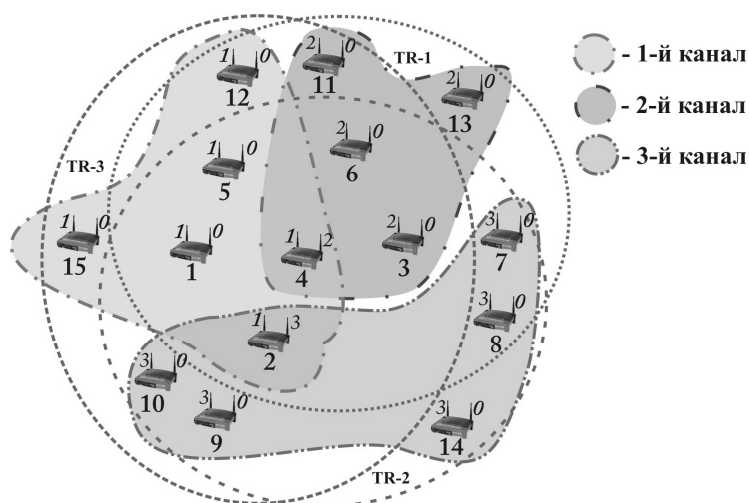


Рис. 2. Пример распределения каналов в mesh-сети при $K = 3$

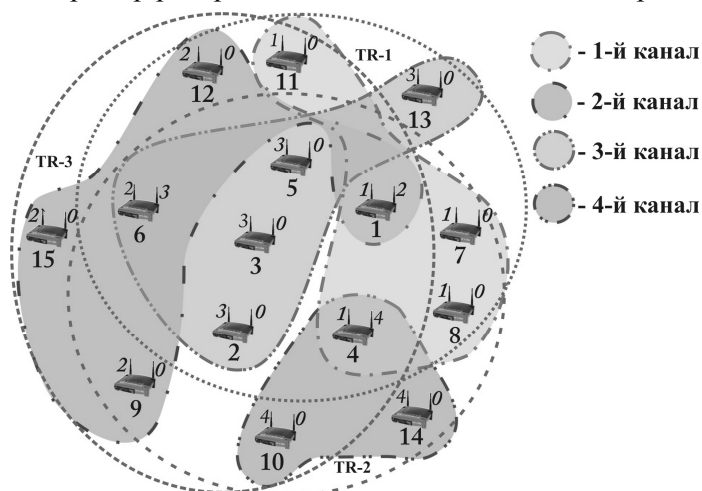


Рис. 3. Пример распределения каналов в mesh-сети при $K = 4$

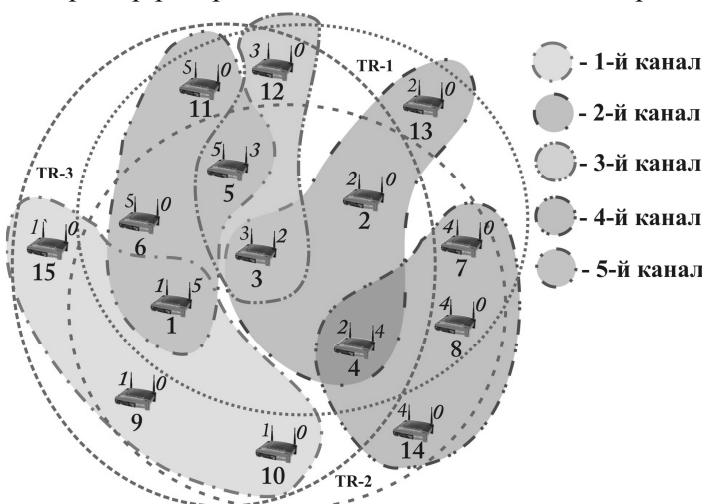


Рис. 4. Пример распределения каналов в mesh-сети при $K = 5$

Как видно из полученных результатов (рис. 2), при $K = 3$ вся mesh-сеть разбивалась на три домена коллизий по пять и шесть станции в каждой. С увеличением числа используемых каналов (рис. 3), т.е. при $K = 4$, сеть «распадалась» уже на четыре домена коллизий, в которых максимальное число

станций не превосходило пяти. При увеличении количества используемых каналов до $K = 5$, сеть распадалась на пять доменов коллизий с максимальным числом станций равным четырем (рис. 4).

Заключение

В результате использования предложенной модели была сформирована связная структура доменов коллизий, что позволяет обеспечить информационный обмен между произвольной парой станций многоканальной mesh-сети. Также использование разработанной модели распределения каналов не только способствует повышению производительности многоканальной mesh-сети, но и благодаря введенным условиям, позволяет избавиться эффекта «скрытой» станции, уменьшить интерференцию, уменьшить влияние взаимных помех и т.д.

1. Лемешко А.В., Гоголева М.А. Трехиндексная математическая модель распределения частотных каналов в многоканальных MESH-сетях. // Збірник наукових праць. НАНУ ІПМЕ. ім. Г.Є. Пухова. № 54. - Київ, 2009. - С.94-103.
2. Gogolieva M., Garkusha S., Ahmed H. Abed "A Mathematical Model of Channel Distribution in Multichannel Mesh Networks 802.11" The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics. Proceedings of the XIth International Conference CADSM'2011, Polyana-Svalyava (Zakarpattya), UKRAINE, 23-25 February 2011 / Publishing House of Lviv Polytechnic. –Lviv., 2011. – P. 71-73.
3. Лемешко А.В. Модель структурной самоорганизации многоканальной MESH-сети стандарта IEEE 802.11 [Электронный ресурс] / А.В. Лемешко, М.А. Гоголева // Проблемы телекоммуникацій. – 2010. – № 1 (1). – С. 83 – 95. – Режим доступа к журналу:
http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101_lemeshko_mesh.pdf.
Дата доступа: 25.03.2011.

Поповский Владимир Владимирович, заведующий кафедрой телекоммуникационных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, доктор технических наук, профессор, tcs@kture.kharkov.ua

Гаркуша Сергей Владимирович, докторант кафедры телекоммуникационных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, кандидат технических наук, sv.garkusha@rambler.ru

Ахмед Хассан Абед, аспирант кафедры телекоммуникационных систем Харьковского национального университета радиоэлектроники, ahmed2009@mail.ru